

Использование метода двух точек для построения амплитудно-частотных характеристик электрических цепей первого порядка

Степанов А. А., Каледа А. Е.
Военная академия Республики Беларусь

Задача анализа физических процессов, проходящих в электрических цепях, в некоторых случаях вызывает затруднение у обучаемых. С другой стороны освоение физического анализа позволяет построить качественные графики $K(\omega)$ амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) электрических цепей первого порядка.

Реактивными элементами в цепях первого порядка являются емкость или индуктивность. Удобно представить сопротивление емкости и индуктивности основе анализа известных формул для реактивных сопротивлений $X_C = 1/\omega C$ и $X_L = \omega L$ [1]. При значении частоты $\omega = 0$ индуктивность будет представлять из себя провод (короткое замыкание), а емкость – разрыв. При значении частоты $\omega = \infty$ индуктивность будет представлять из себя разрыв, а емкость – провод (короткое замыкание).

Исходя из описанных свойств реактивных элементов можно построить график АЧХ по схеме цепи. Для этого необходимо нарисовать электрическую цепь для частот $\omega = 0$ и $\omega = \infty$. Подать на вход напряжение 1 вольт и рассчитать выходное напряжение. Далее по формуле $K = U_{\text{вых}}/1\text{В}$ вывести выражение для значения АЧХ $K(\omega = 0)$ и $K(\omega = \infty)$. Общее выражение для комплексной передаточной функции будет иметь вид:

$$K(j\omega) = \frac{K(0) + j\omega\tau_0 K(\infty)}{1 + j\omega\tau_0}$$

На основании вышеизложенного предлагается следующая методика построения АЧХ электрических цепей первого порядка на основе физического анализа схемы цепи.

1. Нарисовать схему для частоты $\omega = 0$.
2. Определить выходное напряжение цепи $U_{\text{вых}}$.
3. Определить значение АЧХ $K(\omega = 0) = U_{\text{вых}}/U_{\text{вх}}$.
4. Нарисовать схему для частоты $\omega = \infty$.
5. Определить выходное напряжение цепи $U_{\text{вых}}$.
6. Определить значение АЧХ $K(\omega = \infty) = U_{\text{вых}}/U_{\text{вх}}$.
7. Построить амплитудно-частотную характеристику $K(\omega)$.
8. На графике АЧХ показать полосу пропускания и граничные частоты.